

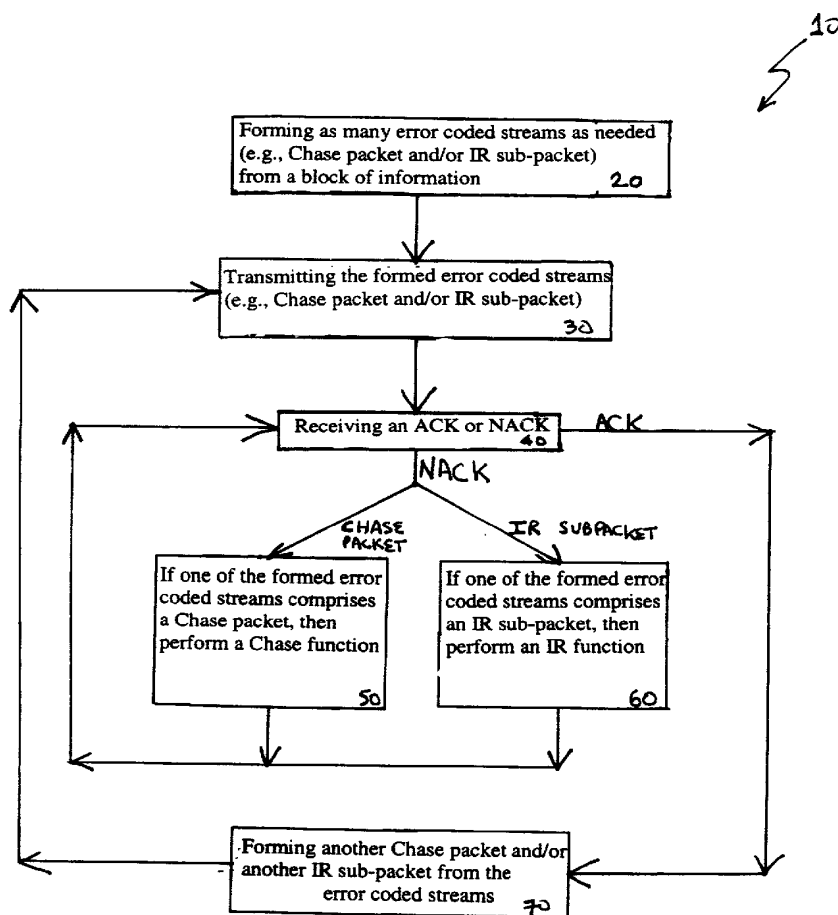


US 20030066004A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication****Rudrapatna et al.**(10) **Pub. No.: US 2003/0066004 A1**(43) **Pub. Date: Apr. 3, 2003**(54) **HARQ TECHNIQUES FOR MULTIPLE ANTENNA SYSTEMS**(52) **U.S. Cl. .... 714/751**(76) Inventors: **Ashok N. Rudrapatna**, Basking Ridge, NJ (US); **Naresh Sharma**, Budd Lake, NJ (US)(57) **ABSTRACT**

Correspondence Address:  
**Docket Administrator (Room 3J-219)**  
**Lucent Technologies Inc.**  
**101 Crawfords Corner Road**  
**Holmdel, NJ 07733-3030 (US)**

A method of retransmitting multiple error coded streams formed from one block of information, if errors are detected. A first process from the method includes forming multiple error coded streams from one block of information. Each of the at least two error coded streams may then be transmitted in response to a confirmation message. A second process from the method includes performing independent error detection on at least two received error coded streams. At least one confirmation message may be transmitted in response to the independent error detection performed on at least one of the received error coded streams.

(21) Appl. No.: **09/967,009**(22) Filed: **Sep. 28, 2001****Publication Classification**(51) **Int. Cl.<sup>7</sup> ..... H04L 1/18; H03M 13/00**

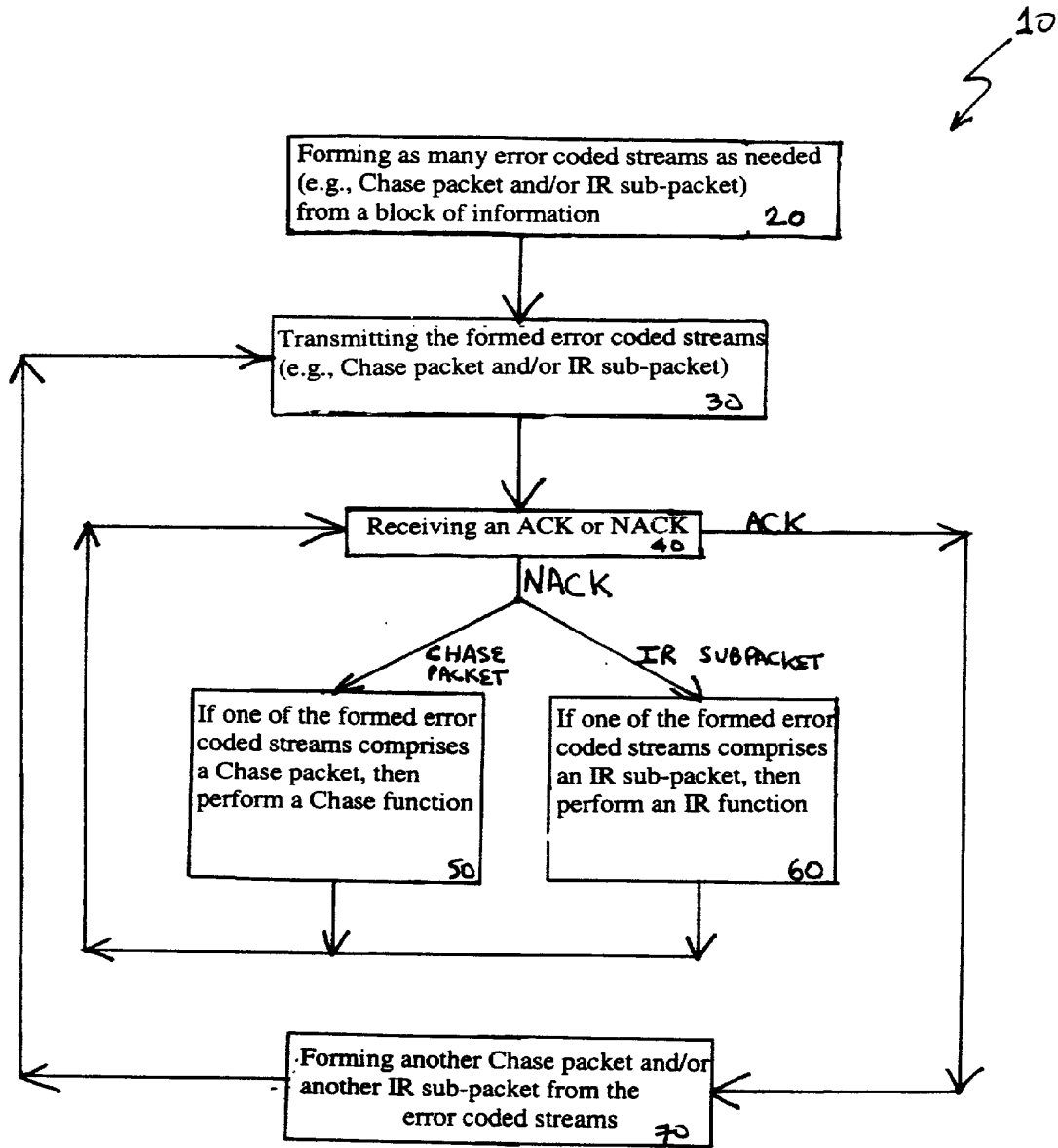


FIG. 1

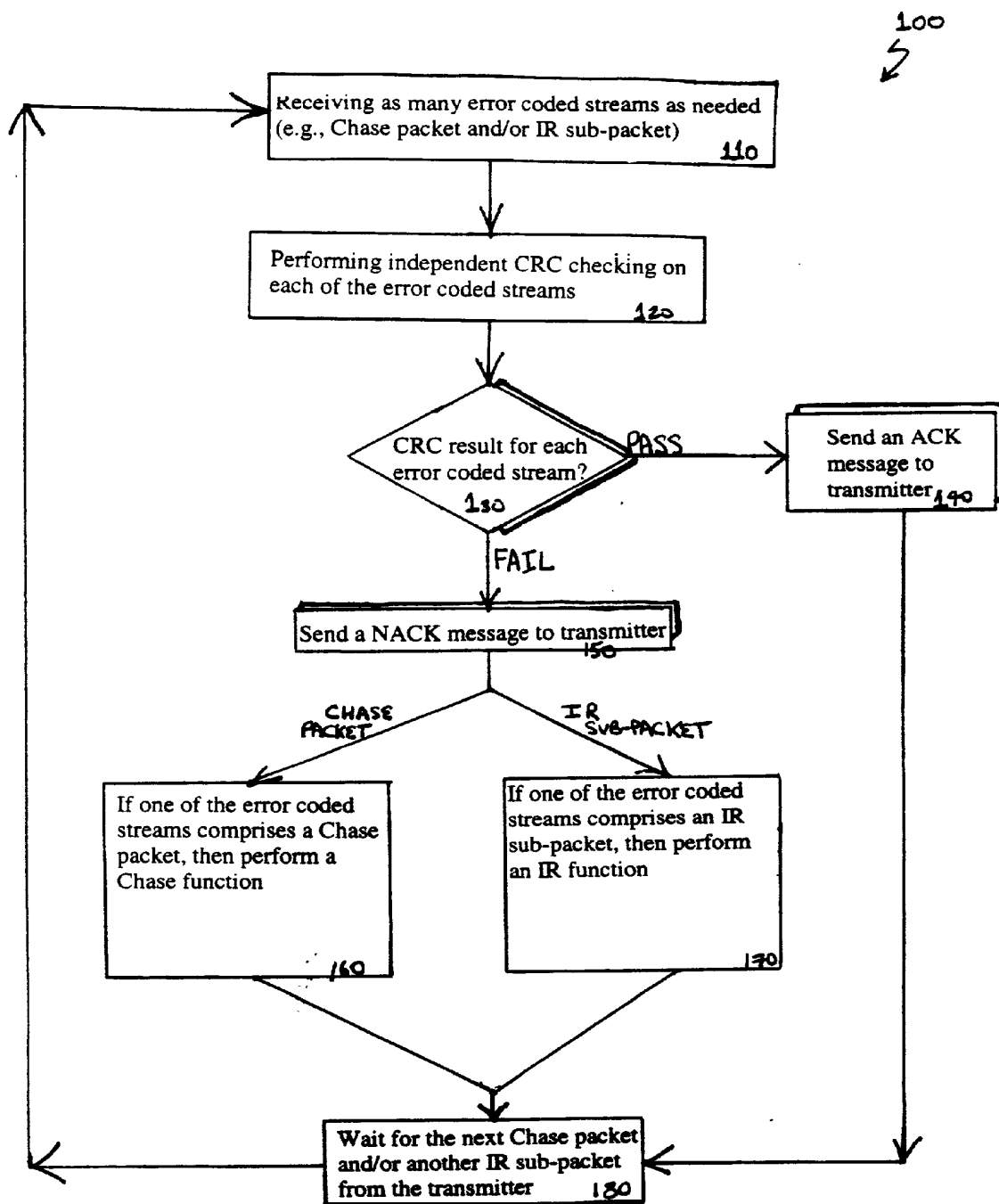


FIG. 2

200 →

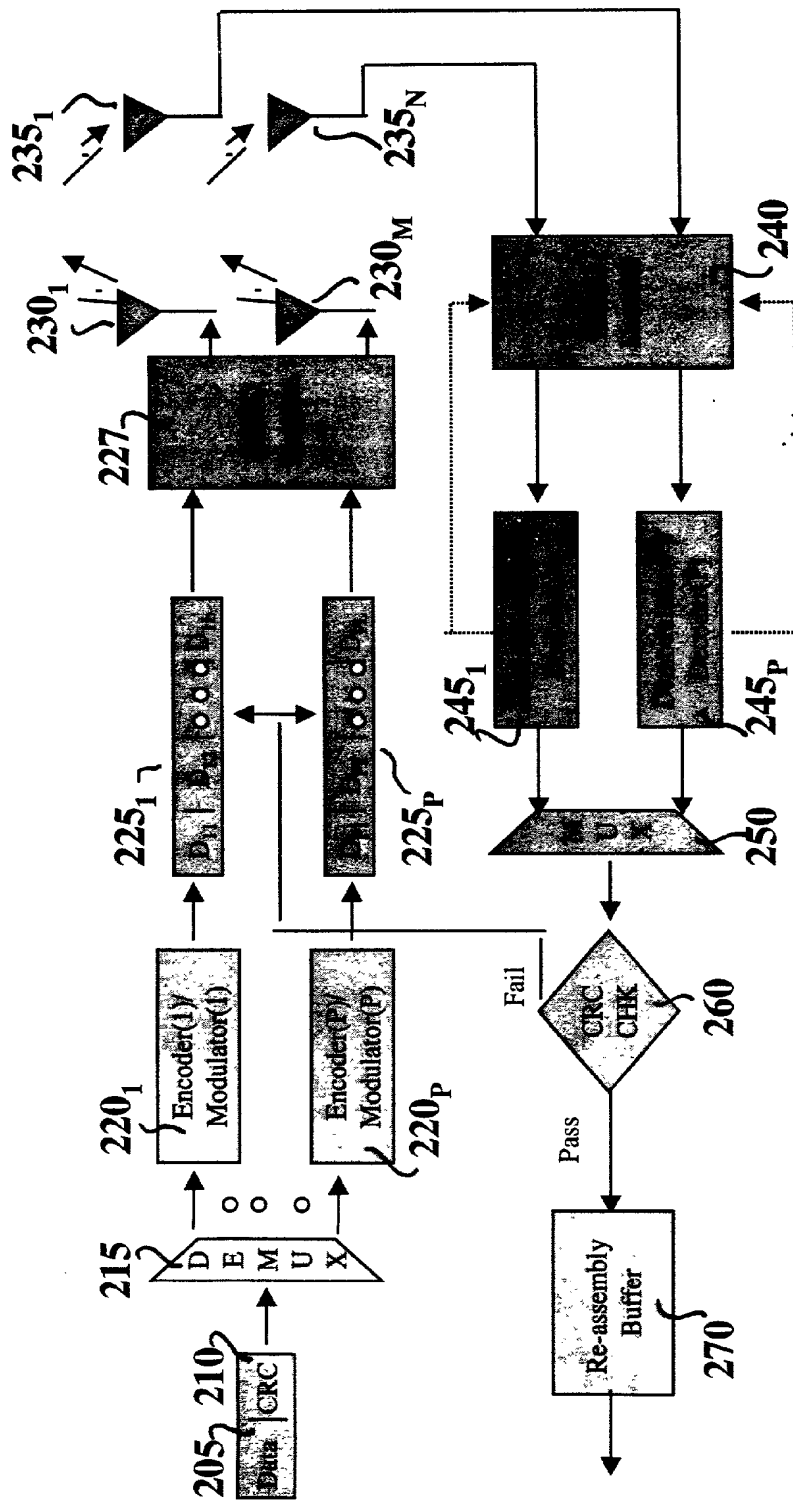


FIG. 3

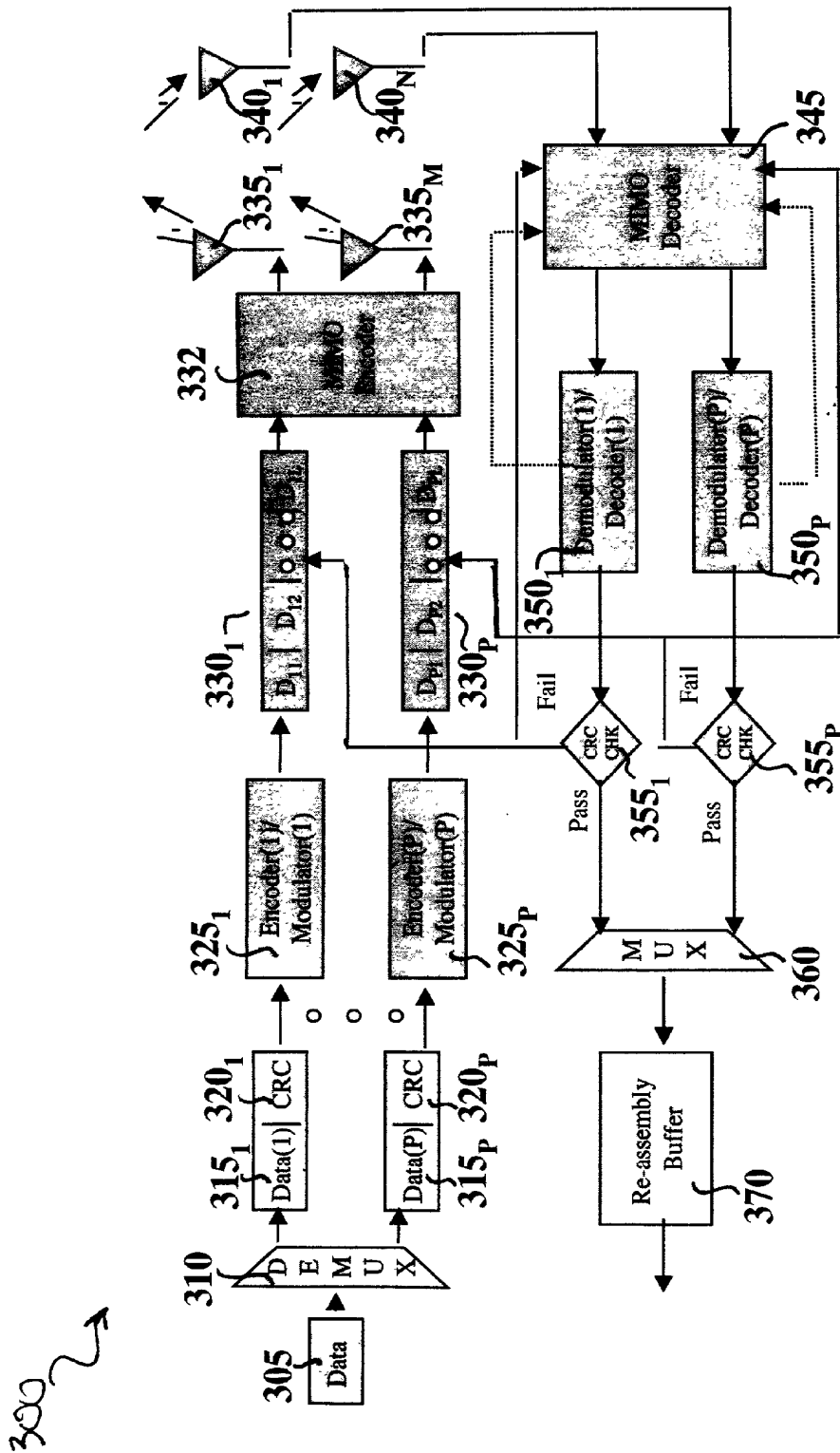


FIG. 4

## HARQ TECHNIQUES FOR MULTIPLE ANTENNA SYSTEMS

### BACKGROUND OF THE INVENTION

#### [0001] I. Field of the Invention

[0002] The present invention relates to Hybrid Automatic Repeat Request ("HARQ") techniques for a communication system employing multiple antenna system.

#### [0003] II. Description of the Related Art

[0004] The efficiency of a communication system is determined by the quality of the communication channels therein. One measure of a communication system's efficiency is throughput. Throughput is defined as the amount of information successfully transmitted and received in a communication system over a defined period of time. It is therefore a goal of service providers (e.g., owners and operators of communication systems) to have as many of their communication channels as possible operating at an acceptable throughput.

[0005] In wireless communication systems, an air interface is used for exchanging information between a mobile unit(s) (e.g., cell phone) and a base station(s) or other communications system equipment(s). The quality of transmission over any one of the channels through the air interface, however, may vary over time due to fading, interference or the presence of noise, for example. Thus, any channel between the base station and a mobile unit may have an acceptable throughput at one instant in time and unacceptable throughput at another instant in time.

[0006] In view of the above, information may be transmitted over a relatively poor quality channel, depending on the instant in time. As a result, such information may contain errors once it is received. Communication systems generally employ techniques for re-transmitting the information, when errors are detected at the receiving equipment. Here, the transmitting equipment retransmits the information to the receiving equipment a number of times to increase the likelihood that the information, once received, is error-free. The receiving equipment may be system equipment, such as a base station, or subscriber equipment, including a cell phone, for example, while the transmitting equipment may be system or subscriber equipment. For the purposes of the present disclosure, system equipment may be defined as any equipment owned and operated by the service provider.

[0007] One widely known technique for re-transmitting the information is called Hybrid Automatic Repeat Request ("HARQ"). HARQ is a method, used in single antenna systems, for confirming that the information transmitted has been received without any errors. Initially, the receiving equipment sends a message to the transmitting equipment confirming the transmitted information was received without errors. If the transmitted information was received and no errors are detected, the receiving equipment sends a message (e.g., a positive acknowledgment or ACK) to the transmitting equipment. In the alternative, if an error(s) was detected in the information received, the receiving equipment sends a message (e.g., a negative acknowledgment or NACK) to the transmitting equipment requesting the retransmission of the previously transmitted information.

[0008] To implement an HARQ methodology and improve the likelihood that the information received is

error-free, a channel coding scheme along with a re-transmission format is typically used. Channel coding schemes employed with HARQ methods utilize redundancy in the transmitted information for greater reliability. For the purposes of the present disclosure, we refer to the HARQ formatted streams as error coded streams also.

[0009] One known type of HARQ technique is a Chase combining protocol. A Chase combining protocol involves the formation of single packets of bits from one bit stream derived from one or more blocks of information. Using this protocol, each Chase packet is retransmitted upon request in response to a NACK. Consequently, each received Chase packet is decoded by the receiver in combination with the previously received failed transmission(s).

[0010] Another known type of HARQ technique is an Incremental Redundancy ("IR") protocol. The IR protocol involves the formation of IR sub-packets from one coded bit stream derived from one or more blocks of information. Here, in the event of an erroneous reception, the transmitter sends new sub-packets that constitutes additional redundancy party bits to the receiver to improve the signal detection process. The receiving equipment attempts to decode the additionally transmitted IR sub-packet(s) in combination with earlier transmission(s) of the original IR sub-packet containing the same user information. Thusly, retransmitted IR sub-packets are not repetitions of the previously transmitted IR sub-packet(s), in contrast with the Chase protocol. Decoding the combination of retransmitted IR sub-packets with the original IR sub-packet may reduce the number of retransmissions required to successfully receive the transmitted information.

[0011] Service providers continue to pursue methods for increasing the capacity. One area gaining greater attention involves the use of multiple antenna systems, such as multiple input multiple output ("MIMO") schemes, including Bell Labs Layered Space-Time ("BLAST"), for example. These multiple antenna systems create a multitude of possible paths for the transmission of information from one transmit antenna of one multiple antenna system to one receive antenna of another multiple antenna system. For more information on MIMO, see G. J. Foschini and M. Gans, *Wireless Commun.* 6, 311 (1998), for example.

[0012] While multiple antenna systems provide the potential for increased capacity, increasing their throughput remains an outstanding problem. Known re-transmitting techniques, such as the HARQ methods detailed hereinabove, were designed for single antenna systems. These re-transmitting techniques transmit a single Chase packet or a single IR sub-packet, for example, through a single antenna system at one instant in time if errors are detected in the receiving equipment. More particularly, each Chase packet or IR sub-packet is formed from a single stream of information in the form of bits for example, which are error coded from a block(s) of information. This reliance on a single error coded stream of bits in multiple antenna systems, as such, limits the throughput increases using these known re-transmitting techniques. Therefore, a re-transmitting technique, such as HARQ, is needed for multiple antenna systems where multiple streams of information may be transmitted simultaneously, to increase the throughput in a wireless communication system.

## SUMMARY OF THE INVENTION

[0013] To increase the throughput in a wireless communication system employing a multiple antenna system, our invention provides for a method of implementing a re-transmitting technique, such as HARQ, independently on at least two streams of bits. By our method, the two or more bit streams are error coded (e.g., per-stream encoded), thereby allowing each to be transmitted and/or received by at least one antenna of a multiple antenna system.

[0014] In one embodiment of the present invention, our method involves forming at least two error-coded streams from one block of information. For the purposes of the present invention, bit streams are formed from one block of information and undergo channel coding and modulation. Protocols such as Chase and IR work in conjunction with the channel coding and modulation to improve the reliability. Each of the at least two error coded streams may then be transmitted in response to a confirmation message.

[0015] In another embodiment of the present invention, our method involves performing independent error detection on at least two received and processed streams. Here, at least one confirmation message may be transmitted in response to the independent error detection performed on at least one of the received and processed streams.

[0016] For the purposes of the present invention, a confirmation message may refer to an acknowledgement ("ACK") or non-acknowledgement ("NACK") message, for example. Moreover, error detection may be realized by various different approaches, including cyclic redundancy checking, for example.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0017] The present invention will be better understood from reading the following description of non-limiting embodiments, with reference to the attached drawings, wherein below:

[0018] **FIG. 1** depicts a flow chart for a first embodiment of the present invention;

[0019] **FIG. 2** depicts a flow chart for a second embodiment of the present invention;

[0020] **FIG. 3** depicts a first block diagram of a communications system according to the present invention; and

[0021] **FIG. 4** depicts a second block diagram of a communications system according to the present invention.

[0022] It should be emphasized that the drawings of the instant application are not to scale but are merely schematic representations, and thus are not intended to portray the specific dimensions of the invention, which may be determined by skilled artisans through examination of the disclosure herein.

## DETAILED DESCRIPTION

[0023] While multiple antenna systems provide the potential for increasing the capacity of communication systems, increasing their throughput remains an outstanding problem. Known re-transmitting techniques, such as the hereinabove detailed HARQ, were designed for single antenna systems. These re-transmitting techniques rely on transmitting a single error coded stream of bits. We have recognized that

using these known re-transmitting techniques may limit the potential throughput increases available in multiple antenna systems. Multiple streams of data may be sent simultaneously on a multiple antenna system to improve its throughput. It is however, not clear as to how one can employ the HARQ techniques when there are more than one data stream.

[0024] We have invented a method for implementing a re-transmitting technique, such as HARQ, in a wireless communication system employing such a multiple antenna system. Our re-transmitting technique is performed on at least two error coded streams of bits. For the purposes of the present disclosure, the streams of bits are derived from the same block of information. Using our method, the two or more bit streams separately undergo channel encoding and modulation and are formatted in Chase packet or IR sub-packet depending on the HARQ protocol employed. Then they undergo a MIMO encoding step for each stream to be transmitted and/or received by at least one antenna of a multiple antenna system.

[0025] Referring to **FIG. 1**, a flow chart depicting a first embodiment of the present invention is illustrated. Here, a method (10) is shown for processing one block of information to be transmitted. More particularly, a source for information generates a number of blocks, one block at a time. Each block may comprise voice, data, facsimile or video information, for example. Moreover, each block may, for example, be formatted according to various known protocols, including packets, having a header component associated with the packet's destination and a load component associated with the information itself.

[0026] The method forms as many error coded streams as needed from each block generated by the information source. This method step (20) may be realized by various different techniques, each of which may include one or more steps. With reference to a first communication system architecture depicted in **FIG. 3**, for example, each block generated by the information source has a cyclic redundancy check added thereto. Thereafter, each block having the cyclic redundancy check is de-multiplexed into a number,  $p$ , of bit streams of information. The number  $p$ , could be less, equal, or more than the number of transmit antennas based on the MIMO encoding employed. Each bit stream of the  $p$  bit streams is then encoded. The term encoded here refers to the result of channel coding, which may be realized by various techniques known to skilled artisans. Each encoded bit stream is then modulated by one of any number of methods known to skilled artisans. It should be noted that each bit stream might be, in the alternative, modulated first, before undergoing a channel coding step. Subsequently, each encoded and modulated bit stream is formatted according to the HARQ technique employed. Thusly,  $p$  number of error-coded streams is formed.

[0027] In contrast, a second communication systems architecture is depicted in **FIG. 4**. Here, each block generated by the information source is initially de-multiplexed into a predetermined number,  $p$ , of bit streams of information. Then each bit stream of the  $p$  bit streams has a cyclic redundancy check added thereto, and is then channel encoded, modulated and formatted according to the HARQ technique used. Various HARQ techniques may be used in either of the above exemplary communication systems illus-

trated in FIGS. 3 or 4. One representative protocol involves forming Chase packets from each bit stream, while another protocol involves forming IR sub-packets from each bit stream. Other protocols or combinations of protocols (e.g., both Chase packet and IR sub-packet) may be used and will be apparent to skilled artisan upon reviewing the instant disclosure.

[0028] Each of the formed p number of error coded streams (e.g., Chase packet(s) and/or IR sub-packet(s)) is thereafter transmitted (30) by the transmitting equipment using a multiple antenna system. Each error coded stream may be independently transmitted by one or more antennas of the multiple antenna system, depending on the scheme employed. The formed p number of error coded streams may require an additional encoding step associated with a multiple antenna system scheme. For example, a MIMO format may require each formed error coded bit stream to undergo a MIMO encoding step. The MIMO encoder takes p error coded streams as input and gives out m streams as output, where m is equal to the number of transmit antennas. The number p, could be less, equal, or more than m based on the MIMO encoding employed. The relation between p and m is dependent on the Space-Time or MIMO code used in the MIMO encoder and one could provide examples for different cases relations between the number of streams and the number of transmit antennas. Moreover, one or more error coded streams may be transmitted to a distinct receiver, such as a mobile unit or base station, for example. Therefore, one-to-many communication is also contemplated by the present invention.

[0029] After the output of the MIMO encoder is transmitted using the multiple antenna system, the transmitting equipment waits for a confirmation message (40) from the receiving equipment regarding the status of the reception. In that regard, the receiving equipment may transmit, for example, an acknowledgement ("ACK") message or a non-acknowledgement ("NACK") message to the transmitting equipment. If the transmitting equipment receives an ACK, the transmitting equipment forms (70) another p number of error coded bit streams for transmission from another single block of information.

[0030] If, however, the transmitting equipment receives a NACK, the HARQ technique is used for the re-transmissions. If Chase protocol is employed, then the same Chase packet is retransmitted (50). Consequently, the receiver in combination with the previously received failed transmission(s) decodes each received Chase packet. Similarly IR protocol may also be employed (60). For the purposes of the present disclosure, a Chase function and an IR function each refer to the application of a Chase or IR protocol, respectively.

[0031] The HARQ technique i.e. Chase or IR protocol continues to operate until an ACK is received. However, the HARQ protocol stops re-transmitting the failed transmission if the connection between transmitting and receiving equipment times out, for example. Here, a time-out refers to a period of time in which neither an ACK or a NACK are received, nor in the alternative, a predetermined number of consecutive NACKs are received. Another example of a condition for ceasing the HARQ protocol is a protocol error.

[0032] Referring to FIG. 2, a flow chart depicting a second embodiment of the present invention is illustrated.

Here, a method (100) is shown for processing more than one received error coded stream. More particularly, this method involves performing independent error detection on more than one received error coded streams. As a result of this method, the block of original information from which each transmitted error coded stream is created, as detailed hereinabove in conjunction with the flow chart of FIG. 1, may effectively be recreated within the receiving equipment. It should be noted that various known methods may be employed with respect to the error coding prior to reception. Consequently, each stream may comprise, for example, Chase packets or IR sub-packets. Other protocols, or combinations of protocols (e.g., both Chase packet and IR sub-packet) may be used and will be apparent to skilled artisan upon reviewing the instant disclosure.

[0033] Initially, the multiple error coded streams are received (110) by the receiving equipment using a multiple antenna system. Each of the error coded streams (e.g., Chase packet(s) and/or IR sub-packet(s)) may be received by one or more antennas of the multiple antenna system, depending on the scheme employed. Consequently, the received error coded streams may require a decoding step associated with a multiple antenna system scheme. For example, a MIMO format may require each received error coded stream undergo a MIMO decoding step.

[0034] With reference to the first and second architectures of FIGS. 3 and 4, for example, a number, p, of error coded streams are received by receiving equipment using a multiple antenna system. Thereafter, each received error coded stream is MIMO decoded, for example, and then demodulated according to the modulation scheme of the transmitting equipment. Consequently, any number of demodulation schemes known to skilled artisans may be employed. Each MIMO decoded, demodulated, received error coded stream is thereafter further decoded. Here, the term decoded refers to the result of channel decoding, which may be realized by various techniques known to skilled artisans. It should be noted that each received error coded stream might, in the alternative, be channel decoded first, before undergoing demodulation.

[0035] Thereafter, an error correction step (120) is independently performed on each of the p number of decoded, demodulated and MIMO decoded error coded streams. As will be detailed hereinbelow in association with FIGS. 3 and 4, this independent error detection step may be implemented using a number of distinct architectures. The step of is error detection may be realized by various known techniques, such as cyclic redundancy checking. Consequently, at least one confirmation message is generated (130) in response to independently cyclic redundancy checking each of the p decoded, demodulated and MIMO decoded error coded streams.

[0036] In the first architecture of FIG. 3, each of the p number of MIMO decoded, demodulated, error decoded streams are thereafter multiplexed. This multiplexing step creates a block of data for error detection, such as a cyclic redundancy check, for example. If the block of data fails this cyclic redundancy checking step, then a NACK is sent (40) by the receiving equipment. If these error coded streams, as multiplexed, pass the cyclic redundancy check or go undetected by the cyclic redundancy check, then an ACK is correspondingly sent (40) by the receiving equipment. Con-



sequently, the resultant confirmation message is associated the multiplexed block of data passing or failing this step.

[0037] If an ACK is sent according to this first architecture, the block of passed error coded streams, as multiplexed, is stored in a buffer to recreate the block of original information from which each transmitted error coded stream was created within the transmitting equipment.

[0038] If, on the other hands, a NACK is sent, the failed error coded streams are processed according to the protocol employed, and the receiving equipment waits for the next error coded streams to be transmitted and received. Thusly, if one or more of the failed error coded streams comprises a Chase protocol, then the failed Chase packet(s) is combined with the next received Chase packet(s) (50) corresponding with that failed error coded stream(s), as sent by the transmitting equipment in response to the NACK. Similarly, if one or more of the failed error coded streams comprises an IR protocol, then the failed IR sub-packet (s) is stored and combined with the next received IR sub-packet(s) (60) corresponding with that failed error coded bit stream(s), as sent by the transmitting equipment in response to the NACK.

[0039] In contrast with the first architecture of FIG. 3, in the second architecture of FIG. 4, each of the p number of MIMO decoded, demodulated, error decoded bit streams is first independently detected for errors. Here, an independent error detection step (120), such as cyclic redundancy checking, is performed on each of these error coded streams. While the number of distinct cyclic redundancy checking steps performed is equal to the number of error coded streams, variations on the ratio of cyclic redundancy checking steps to error coded bit streams are also contemplated herein.

[0040] In response to performing this independent cyclic redundancy checking, a confirmation message is sent (130) for each error coded stream. If one or more error coded streams pass their independent cyclic redundancy checking step, an ACK message is sent (140) by the receiving equipment for that error coded stream(s). In contrast, a NACK message is sent (150) by the receiving equipment for each error coded streams failing its independent cyclic redundancy checking step. For each NACK message sent, the corresponding failed error coded stream is processed according to the protocol employed, and, thereafter, the receiving equipment waits for the next error coded bit streams to be received. If one or more of the failed error coded bit streams comprises a Chase protocol, then the failed Chase packet(s) is combined with the next received Chase packet(s) (160) corresponding with that failed error coded stream(s), as sent by the transmitting equipment in response to the NACK. Similarly, if one or more of failed error coded streams comprises an IR protocol, then the failed IR sub-packet(s) is stored and combined with the next received IR sub-packet(s) (170) corresponding with that failed error coded stream(s), as sent by the transmitting equipment in response to the NACK.

[0041] Each of the received p number of error coded streams passing the cyclic redundancy check may be stored in a memory buffer, for example, until the remaining failed error coded bit streams pass the cyclic redundancy check. Thereafter, the passed, cyclic redundancy check p number of error coded streams are multiplexed. This multiplexing step

creates a block of streams. This block is thereafter re-assembled using a buffer to recreate the original information from which each transmitted error coded stream was created within the transmitting equipment.

[0042] Referring to FIG. 3, a first block diagram of a communications system 200 having a transmitter and a receiver is illustrated. Here, the transmitter has a source for generating one block of information at a time. Each block comprises, for example, voice, data, facsimile or video information 205 and a cyclic redundancy check 210. Each block is fed into a demultiplexer 215 for forming p streams of bits, which are each encoded (e.g., channel coding) and modulated by an encoder/modulator, 220<sub>1</sub> through 220<sub>p</sub>. Each channel coded and modulated stream of bits is thereafter mapped using a protocol, thereby creating L number of Chase packet(s) and/or IR sub-packet(s), for example, for each, now error coded stream, 225<sub>1</sub> through 225<sub>p</sub>. Each of the error coded stream, 225<sub>1</sub> through 225<sub>p</sub>, are MIMO encoded by the MIMO encoder 227, and transmitted through a number of antennas, 230<sub>1</sub> through 230<sub>m</sub>, associated with a multiple antenna system.

[0043] Moreover, the receiver comprises a number of antennas, 235<sub>1</sub> through 235<sub>n</sub>, associated with a multiple antenna system. The multiple antenna system receives the transmitted MIMO encoded, error coded streams from the transmitting equipment. The transmitted MIMO encoded, error coded stream are MIMO decoded by MIMO decoder 240 after reception such that an output is generated having p streams. Thereafter, each of the p streams are further processed by one of p demodulators/decoders, 245<sub>1</sub> through 245<sub>p</sub>. Each demodulator/decoder demodulates and decodes (e.g., channel decodes) the p received streams. Thereafter, the p received streams are multiplexed by multiplexer 250 to form a block of streams for error detection. Coupled with multiplexer 250 is a device 260 for performing independent error checking, such as cyclic redundancy checking, for example, on at least two bit streams. Device 260 causes the transmission of a confirmation message in response to performing error checking on at least two bit streams. Once the bit streams pass independent error checking device 260, they are re-assembled by a buffer 270. Buffer 270 recreates the block of original information from which each transmitted error coded stream was created within the transmitting equipment.

[0044] Referring to FIG. 4, a second block diagram of a communications system 300 having a transmitter and a receiver is illustrated. Here, the transmitter has a source for generating one block 305 of information at a time. Each block is fed into a demultiplexer 310 for forming p streams of bits. Each of these p streams of bits, as a result, comprises, for example, voice, data, facsimile or video information 315<sub>1</sub> through 315<sub>p</sub> and a cyclic redundancy check 320<sub>1</sub> through 320<sub>p</sub>. The p streams of bits are thereafter each encoded (e.g., channel coding) and modulated by an encoder/modulator, 325<sub>1</sub> through 325<sub>p</sub>. Each channel coded and modulated stream of bits is thereafter mapped using a protocol, thereby creating L number of Chase packet(s) and/or IR sub-packet(s) for each, now error coded stream, 330<sub>1</sub> through 330<sub>p</sub>. The error coded streams, 330<sub>1</sub> through 330<sub>p</sub>, is MIMO encoded by the MIMO encoder 332 and transmitted through a number of antennas, 335<sub>1</sub> through 335<sub>m</sub>, associated with a multiple antenna system.

[0045] Moreover, the receiver comprises a number of antennas, 340<sub>1</sub> through 340<sub>n</sub>, associated with a multiple antenna system. The multiple antenna system receives the transmitted MIMO encoded, error coded streams from the

transmitting equipment. The transmitted MIMO encoded, error coded stream are MIMO decoded by the MIMO decoder 345 after reception such that an output is generated having p streams. Thereafter, each of the p streams are further processed by p demodulators/decoders, 350<sub>1</sub> through 350<sub>p</sub>. Each demodulator/decoder demodulates and decodes (e.g., channel decodes) the p received streams. Thereafter, each of the p received streams are coupled with a device, 355<sub>1</sub> through 355<sub>p</sub>, for performing independent error checking, such as cyclic redundancy checking, for example, on at least two streams. Each device, 355<sub>1</sub> through 355<sub>p</sub>, causes the transmission of a confirmation message in response to performing error checking on a respective stream. Once the streams pass independent error checking devices, 355<sub>1</sub> through 355<sub>p</sub>, a multiplexer 360 is used to form a block of streams from the p streams. Thereafter, a re-assembly buffer 370 recreates the block of original information from which each transmitted error coded stream was created within the transmitting equipment.

[0046] While the particular invention has been described with reference to illustrative embodiments, this description is not meant to be construed in a limiting sense. It is understood that although the present invention has been described, various modifications of the illustrative embodiments, as well as additional embodiments of the invention, will be apparent to one of ordinary skill in the art upon reference to this description without departing from the spirit of the invention, as recited in the claims appended hereto. It is therefore contemplated that the appended claims will cover any such modifications or embodiments as fall within the true scope of the invention.

1. A method of processing a block of information, the method comprising:

forming at least two error coded streams from the block of information, the formed at least two error coded streams being transmitted in response to a confirmation message.

2. The method of claim 1, wherein each of the at least two error coded streams is independently transmitted by at least one antenna of a multiple antenna system.

3. The method of claim 1, wherein the at least two error coded streams comprise at least one of a Chase packet and an Incremental Redundancy sub-packet.

4. The method of claim 3, wherein the confirmation message comprises at least one of an acknowledgement message and a non-acknowledgement message.

5. The method of claim 4, further comprising:

retransmitting the Chase packet in response to the non-acknowledgement message.

6. The method of claim 5, wherein the step of retransmitting the Chase packet is repeated until at least one of the acknowledgement message is received, a time out occurs, and one less than a maximum number of symbol periods is reached.

7. The method of claim 4, further comprising:

transmitting at least another Incremental Redundancy sub-packet in response to the non-acknowledgement message.

8. The method of claim 7, wherein the step of transmitting at least another Incremental Redundancy sub-packet is repeated until at least one of the acknowledgement message is received, a time-out occurs, and one less than a maximum number of symbol periods is reached.

9. The method of claim 1, wherein the at least two error coded streams are employed in at least one of a one-to-many communication system, a many-to-one communication system, a many-to-many communication system, and a one-to-one communication system.

10. A method of processing received error coded streams, the method comprising:

performing independent error detection on at least two of the received error coded streams, wherein at least one confirmation message is transmitted in response to the performed independent error detection.

11. The method of claim 10, further comprising:

forming a block of information from the independent error detected at least two received error coded streams.

12. The method of claim 11, wherein each of the at least two received error coded signals are independently received by at least one antenna of a multiple antenna system.

13. The method of claim 11, wherein the step of performing independent error detection comprises cyclic redundancy checking the at least two error coded streams.

14. The method of claim 13, wherein the at least two error coded streams comprise at least one of a Chase packet and an Incremental Redundancy sub-packet.

15. The method of claim 14, wherein the at least one confirmation message comprises at least one of an acknowledgement message and a non-acknowledgement message, and the acknowledgement message transmitted if at least one of the Chase packet and the Incremental Redundancy sub-packet of the two received error coded streams passes the step of cyclic redundancy checking.

16. The method of claim 15, further comprising:

transmitting at least another confirmation message in response to performing cyclic redundancy checking on at least one of the Chase packet and another Incremental Redundancy sub-packet from the at least two received error coded streams.

17. The method of claim 14, wherein the at least one confirmation message comprises at least one of an acknowledgement message and a non-acknowledgement message, the non-acknowledgement message transmitted if at least one of the Chase packet and the Incremental Redundancy sub-packet of the at least two received error coded streams fails the step of cyclic redundancy checking.

18. The method of claim 17, wherein the failure of the Incremental Redundancy sub-packet causes an Incremental Redundancy function to be performed on at least one of the at least two received error coded streams.

19. The method of claim 18, further comprising:

transmitting at least another confirmation message in response to performing cyclic redundancy checking on at least one of the Chase packet and another Incremental Redundancy sub-packet from the at least two received error coded streams.

20. The method of claim 19, wherein the failure of the Chase packet causes a Chase function to be performed on at least one of the at least two received error coded streams.

21. The method of claim 19, further comprising:

transmitting at least another confirmation message in response to performing cyclic redundancy checking on at least one of the Chase packet and another Incremental Redundancy sub-packet from the at least two received error coded streams.

\* \* \* \* \*

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-124915

(P2003-124915A)

(43)公開日 平成15年4月25日(2003.4.25)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
H 0 4 L 1/16		H 0 4 L 1/16	5 K 0 1 4
H 0 4 B 7/26		H 0 4 B 7/26	C 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2002-253367(P2002-253367)

(22)出願日 平成14年8月30日(2002.8.30)

(31)優先権主張番号 09/967009

(32)優先日 平成13年9月28日(2001.9.28)

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レイテッド  
Lucent Technologies  
Inc.アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ  
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー  
600-700

(74)代理人 100081053

弁理士 三俣 弘文 (外1名)

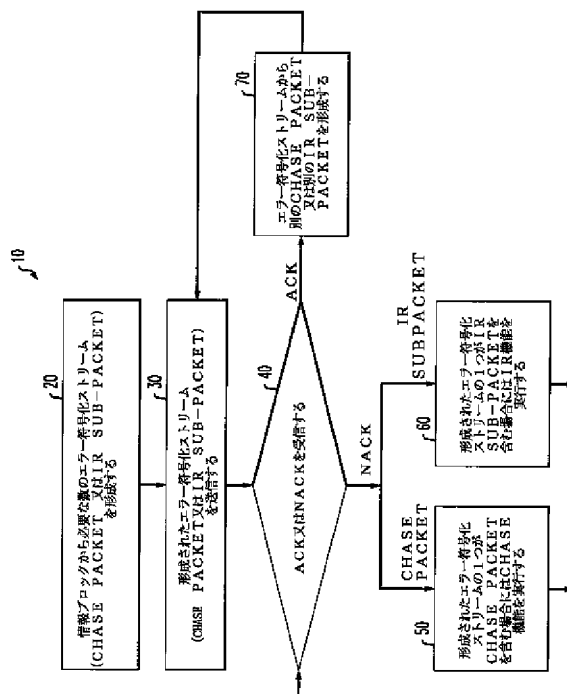
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報ブロックを処理する方法

(57)【要約】

【課題】 エラーが検出された場合に1個の情報ブロックから形成された複数のエラー符号化ストリームを再送信する方法を提供する。

【解決手段】 本発明の方法の第1プロセスは、1個の情報ブロックから複数のエラー符号化ストリームを形成する。少なくとも2個のエラー符号化ストリームをその後確認メッセージに応じて送信する。第2のプロセスは、少なくとも2個の受信したエラー符号化ストリームに対し独立したエラー検出を実行する。少なくとも1個の確認メッセージが受信したエラー符号化ストリームの少なくとも1個に対し、実行された独立したエラー検出の結果に応じて送信される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 情報ブロックを処理する方法において

(A) 情報ブロックから少なくとも 2 個のエラー符号化ストリームを形成するステップを有し前記形成された少なくとも 2 個のエラー符号化ストリームは、確認メッセージに応じて送信されることを特徴とする情報ブロックを処理する方法。

【請求項 2】 少なくとも 2 個のエラー符号化メッセージのそれぞれは、複数のアンテナシステムの内少なくとも 1 本のアンテナにより独立に送信されることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 前記少なくとも 2 個のエラー符号化ストリームは、Chase パケットと IR サブパケットの少なくとも一方を含み前記確認メッセージは、受領確認 (ACK) メッセージと受領未確認 (NACK) メッセージの内の少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】 (B1) 受領未確認メッセージに応答して、Chase パケットを送信するステップと、

(B2) 受領未確認メッセージに応答して、少なくとも 1 個の IR サブパケットを送信するステップと内の少なくとも一方のステップを実行することを特徴とする請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】 受信したエラー符号化ストリームを処理する方法において

(A) 受信したエラー符号化ストリームの内少なくとも 2 個のストリームに対し、独立したエラー検出を実行するステップを有し、少なくとも 1 個の確認メッセージが実行された独立エラー検出に応じて送信されることを特徴とする受信したエラー符号化ストリームを処理する方法。

【請求項 6】 少なくとも 2 個のエラー符号化メッセージのそれぞれは、複数のアンテナシステムの内少なくとも 1 本のアンテナにより独立に送信され、

(B) 独立にエラー検出を実行した少なくとも 2 個の受信エラー符号化ストリームから情報ブロックを構成するステップを更に有することを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】 前記 (A) ステップは、少なくとも 2 個のエラー符号化ストリームを巡回冗長性検査を実行するステップを含み、

前記少なくとも 2 個のエラー符号化ストリームは、Chase パケットと IR サブパケットの少なくとも一方を含み、

前記少なくとも 1 個の確認メッセージは、受領確認 ACK メッセージと受領未確認 NACK メッセージのいずれか少なくとも一方を含み、

前記受領確認メッセージは、2 個の受信したエラー符号化ストリームの Chase パケットと IR サブパケットの少なくとも一方が、前記巡回冗長性チェックステップ

を合格した場合に送信され、

前記受領未確認メッセージは、2 個の受信したエラー符号化ストリームの Chase パケットと IR サブパケットの少なくとも一方が、前記巡回冗長性チェックステップを不合格した場合に送信されることを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 8】 (C) 少なくとも 2 個の受信したエラー符号化ストリームから、Chase パケットと別の IR サブパケットの少なくとも一方に対し巡回冗長性検査を実行した結果に応答して、少なくとも別の確認メッセージを送信するステップをさらに有することを特徴とする請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】 前記 IR サブパケットの不合格は、前記少なくとも 2 個の受信したエラー符号化ストリームの内の少なくとも 1 個に対し、IR 機能あるいは Chase 機能の少なくとも一方を実行することを特徴とする請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】 (D) 少なくとも 2 個の受信したエラー符号化ストリームからの Chase パケットと別の IR サブパケットの少なくとも一方に対し、巡回冗長性検査を実行した結果に応じて少なくとも別の確認メッセージを送信するステップをさらに有することを特徴とする請求項 7 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数本のアンテナを採用する通信システムにおけるハイブリット自動再送要求 (Hybrid Automatic Repeat Request "HARQ") 技術に関する。

【0002】

【従来の技術】通信システムの効率は、通信チャネルの質で定義される。通信システムの効率の 1 つの尺度はスループットである。スループットとは、一定時間内に通信システムで送受信される情報量として定義される。そのためサービスプロバイダ (例、通信システムの所有／管理者) の目標は、許容可能なスループットでもってできるだけ多くの通信チャネルを有することである。

【0003】無線通信システムにおいては、エアインターフェイスを用いて移動局 (例、携帯電話) と基地局あるいは他の通信システム機器との間で情報を交換している。エアインターフェイスを介した通信チャネルの送信品質は、例えばフェージング干渉、ノイズの存在に起因して時間で変動する。かくして基地局と移動局との間の通信チャネルのスループットは、ある時点では許容可能であるが別の時点では許容可能ではないことがある。

【0004】上記のことに鑑みると、情報はある時点では低品質のチャネルを介して送信されることがある。その結果このような情報は受信したときにエラーを含むことがある。通信システムは、一般に受信機でエラーが検出された場合に、情報を再送信する技術を採用してい

る。この方法では送信器は情報を受信機に複数回送信して、受信した情報がエラーを含まない確率を増やしている。受信機は、システム機器、例えば基地局設備、あるいは加入者機器（例えば携帯電話）であり、一方送信器は、システム機器あるいは送信器である。本発明においては、システム機器は、サービスプロバイダが所有し動作管理する機器と定義する。

【0005】情報を再送信する公知の技術は、ハイブリッド自動再送要求（HARQ）と称する。HARQは単一のアンテナ系で用いられ、送信した情報がエラーなしに受信されたことを確認する。最初に受信機は送信器に対し、送信された情報が、エラーなしに受信したことを確認するメッセージを送信する。送信された情報が受信されそしてエラーが検出されなかった場合には、受信機は肯定的メッセージ（例、肯定的受領確認 positive acknowledgment、ACK）を送信器に送る。あるいはエラーが受信した情報中に検出された場合には、受信機は否定的メッセージ（例、受領未確認 negative acknowledgment、NACK）を送信器に送り、前に送信された情報を再度送信することを要求する。

【0006】HARQ方式を実行し、受信情報がエラーを含まない確率をあげるためには、再送信フォーマットと共にチャネル符号化スキームが通常用いられる。HARQ方法と共に用いられるチャネル符号化スキームは、信頼性をあげるために送信情報中の冗長性を利用している。本発明の説明においては、HARQでフォーマット化されたストリームはエラー符号化ストリームとも称する。

【0007】HARQ技術の公知の方式は、Chase 組み合わせ（Chase combining）プロトコルである。Chase 組み合わせプロトコルは、1つあるいは複数の情報ブロックから取り出した1つのビットストリームから単一のバケットを形成することである。このプロトコルを用いると、各Chaseバケットは、NACKに回答する要求を受領すると再送信され、各受信したChaseバケットは、前に受信したが失敗した（エラーを含んでいる）送信情報と組み合わせで受信機により復号化される。

【0008】別の種類のHARQ技術は、増分冗長（Incremental Redundancy: IR）プロトコルである。IRプロトコルは、1つあるいは複数の情報ブロックから取り出した1つの符号化ビットストリームからIRサブバケットを形成する。エラー含んだ状態で情報を受信した場合には、送信器は、追加の冗長性パリティビットを構成する新たなサブバケットを受信機に送り、信号検出プロセスを改善している。受信機は、この更に送信されたIRサブバケットを同一のユーザ情報を含む元のIRサブバケットの以前に送信したものと組み合わせで復号化している。実際に再送信されたIRサブバケットは、前に送信されたIRサブバケットの繰り返しではない。これ

はChaseプロトコルと対照的である。再送信されたIRサブバケットと元のIRサブバケットの組み合わせを復号化することにより、送信された情報を正しく受信するのに必要な再送信の回数を減らすことができる。

【0009】サービスプロバイダは、容量を増加させる方法を追求し続けている。注目を引く技術は、複数本のアンテナを用いることであり、例えば他入力多出力（MIMO）であり、Bell Labs Layered Space-Time（BLAST）がその一例である。複数本のアンテナ系は、ある多アンテナ系のある送信用アンテナから別の多アンテナ系の受信アンテナに情報を送信するパスの数を増やしている。

【0010】多アンテナ系は、容量を増加させる潜在的可能性をひめているが、そのスループットを増加させるには未解決の問題がある。公知の再送信技術、例えば前記したHARQ方法は、1本のアンテナ用に設計されたものである。これらの再送信技術は、受信機がエラーを検出した場合には、1個のChaseバケット、あるいは1個のIRサブバケットを1本のアンテナを介してある時点で送信する。具体的に説明すると、各ChaseバケットあるいはIRサブバケットは、情報ブロックからエラー符号化されたビット形式で、情報の1個のストリームから形成される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】多アンテナ系で単一のエラー符号化されたストリームの信頼性は、公知の再送信技術を用いたスループットの増加を抑えてしまう。そのため再送信技術例えばHARQが、複数の情報ストリームを同時に送信して、無線通信システムスループットを向上させるような多アンテナシステム用に必要である。

【0012】

【課題を解決するための手段】多アンテナ系を採用した無線通信システムにおけるスループットを向上させるために、本発明は少なくとも2つのビットストリーム上で独立に再送信する技術（例えばHARQ）を実行する方法を提供する。本発明の方法によれば、複数のビットストリームがエラー符号化（例、ストリーム毎に符号化）され、これにより、各ビットストリームが多アンテナ系の内の少なくとも1本のアンテナにより送受信される。

【0013】本発明の一実施例の方法は、1つの情報ブロックから少なくとも2個のエラー符号化ストリームを形成する。本発明では、ビットストリームは、ある情報ブロックから形成されチャネル符号化され更に変調される。プロトコル、例えばChaseプロトコルとIRプロトコルは、チャネル符号化と変調と組み合わせられて信頼性を改善する。その後少なくとも2個のエラー符号化されたストリームの各々が、（未）確認メッセージに回答して送信される。

【0014】本発明の他の実施例の方法は、少なくとも2個の受信し処理したストリームに対し独立にエラー検

出を行なう。この方法においては、確認メッセージが、受信し処理されたストリーム上で行なわれた独立のエラー検出に応答して送信される。

【0015】本発明の説明においては、確認メッセージは、受領確認(ACK)メッセージあるいは受領未確認(NACK)メッセージである。更に又エラー検出は、様々なアプローチ、例えば周期的冗長性検査(cyclic redundancy checking)により実現される。

【0016】

【発明の実施の形態】多アンテナ系は、容量を増加させる潜在的可能性をひめているが、そのスループットを増加させるには未解決の問題がある。公知の再送信技術、例えば前記したHARQ方法は、1本のアンテナ用に設計されたものである。これらの再送信技術は、複数のビットからなる単一のエラー符号化ストリームを送信することに基づいている。これらの公知の再送信技術を用いることは、多アンテナ系で得られる可能性のあるスループットの増加を制限してしまう。複数のデータストリームを複数のアンテナで同時に送信してそのスループットを改善できる。しかし複数のデータストリームがある場合に、HARQ技術をいかに採用するかは明確ではない。

【0017】本発明の方法は、複数本のアンテナを採用する無線通信システムにおいてHARQのような再送信技術を実行する方法である。本発明の再送信技術は、複数のビットからなる少なくとも2個のエラー符号化ストリーム上で実行される。本発明の説明においては、複数のビットからなるストリームは、同一の情報ブロックから取り出される。本発明の方法を用いると、複数のビットストリームは別個にチャンネル符号化と変調プロセスが行なわれ、採用されるHARQプロトコルによってはChaseパケットあるいはIRサブパケットでフォーマット化される。その後これらのビットストリームは、MIMO符号化ステップが実行され、複数のアンテナシステムの内の少なくとも1本のアンテナにより送受信される。

【0018】図1に本発明の第1実施例のフローチャートを示す。同図において、本発明の方法10は送信すべき1つの情報ブロックを処理する。具体的には情報のソースは、ある時点で1個のブロックを生成して、複数のブロックを生成する。各ブロックは、例えば音声、データ、ファクシミリ、ビデオ情報を含む。更に各ブロックは様々な公知のプロトコルに従ってフォーマット化され、パケットを含みパケットの宛先に関連するヘッダ要素と情報そのものに関連する負荷要素とを含む。

【0019】本発明の方法は、情報ソースにより生成された各ブロックから必要な数のエラー符号化ストリームを形成する。この方法において、ステップ20は様々な技術をもって実現される。図3に示した第1の通信シ

テム200を参照すると、情報ソースにより生成された各ブロックは、それに負荷された巡回冗長性検査を有する。その後、巡回冗長性検査を有する各ブロックが、p個の情報ビットストリームに多重化される。数pは、採用されるMIMO符号化に基づいて送信用アンテナの数に必ずしも等しい必要はない。p個のビットストリームからなる各ビットストリームがその後符号化される。ここで用語「符号化された」とはチャンネル符号化の結果を意味し、これは様々な公知の技術により実現される。その後各符号化されたビットストリームは公知の方法で変調される。他の例においては、各ビットストリームは最初に変調しその後チャンネル符号化してもよい。その後各符号化され変調されたビットストリームは、HARQ技術に従ってフォーマット化される。かくしてp個のエラー符号化ストリームが形成される。

【0020】これに対し第2の通信システム300のアーキテクチャを図4に示す。同図において、情報ソースにより生成された各ブロックは、最初に所定の数であるp個の情報ビットストリームに分割される。その時p個のビットストリームからなる各ビットストリームは、巡回冗長性検査を有し、その後チャンネル符号化され変調され使用されるHARQ技術に基づいてフォーマット化される。様々なHARQ技術が、図3、4の通信システムのいずれかで用いられる。代表的なプロトコルは、各ビットストリームからChaseパケットを形成することであり、別のプロトコルは、各ビットストリームからIRサブパケットを形成することである。他のプロトコル、あるいはこれらのプロトコルの組み合わせ(例、ChaseパケットとIRサブパケット)を用いることができ、これらは本明細書を検討すれば当業者には明らかである。

【0021】形成されたp個のエラー符号化ストリーム(Chaseパケット又はIRサブパケット)のそれぞれをその後複数のアンテナを用いて送信器が送信する。各エラー符号化ストリームは、採用されたスキームによって1本あるいは複数本のアンテナから独立に送信される。この形成されたp個のエラー符号化ストリームは、複数のアンテナ系に関連する追加の符号化ステップを必要とすることがある。例えばMIMOフォーマットは、MIMO符号化ステップを実行するために各形成されたエラー符号化ビットストリームを必要とする。MIMO符号化器は、p個のエラー符号化ストリームを入力として受け取りm個のストリームを出力として出す。ここでmは送信用アンテナの数である。数pは、採用されるMIMO符号化に基づいて、数mより大きい／等しい／小さいのいずれもよい。数pと数mとの関係は、MIMO符号化器で使用される空間-時間符号あるいはMIMO符号に依存し、ストリームの数と送信用アンテナの数との間の様々なケースの例を挙げることができる。更に又1つあるいは複数のエラー符号化ストリームを個々の受

信機、例えば移動局あるいは基地局に送信することができる。そのため1対多の通信が本発明で想定されている。

【0022】MIMO符号化器の出力を複数のアンテナを用いて送信した後、送信器は受信状態に関する確認メッセージを待機する(ステップ40)。これに関しては受信機は、例えば受領確認(ACK)メッセージ、あるいは受領未確認(NACK)メッセージを送信器に送る。送信器がACKを受信したときには、送信器は別の単一の情報ブロックから別のp個のエラー符号化ビット

ストリームを送信用に形成する。  
【0023】しかし送信器がNACKを受信するとHARQ技術を再送信する為に用いる。Chaseプロトコルが採用されている場合には、同一のChaseパケットが送信される(ステップ50)。従って受信機は、以前に受信に失敗した送信信号と組み合わせて各受信したChaseパケットを復号化する。同様にIRプロトコルも採用することができる(ステップ60)。本発明においては、Chase機能とIR機能は、それぞれChaseプロトコル、あるいはIRプロトコルのアプリケーションと称する。

【0024】HARQ技術、すなわちChaseプロトコル又はIRプロトコルによる受信手順は、ACKを受信するまで継続する。しかしHARQプロトコルは、送信器と受信機との間の接続が時間切れになったときには、失敗した送信内容の再度の送信を停止する。ここで「時間切れ」とは、ACK又はNACKのいずれも受信できない期間、あるいはNACKを所定数だけ連続して受信してしまう期間を意味する。HARQプロトコルを、中止する別の状態はプロトコルエラーである。

【0025】図2に本発明の第2実施例のフローチャートを示す。同図において本発明の方法100は、受信した複数のエラー符号化ストリームを処理するためのものである。具体的に説明すると、この方法は、複数の受信したエラー符号化ストリームに対し独立にエラー検出を実行する。その結果、各送信されたエラー符号化ストリームからの元の情報ブロックが形成される。これに関しては図1で説明した通りであり、受信機内で再度形成される。受信する前にエラー符号化に対し採用される様々な方法は公知である。従って各ストリームは、例えばChaseパケットあるいはIRサブパケットを含む。他のプロトコル、あるいはプロトコルの組み合わせ(例、ChaseパケットとIRサブパケットの両方)を用いることもできるが、これは本発明の明細書を検討すれば当業者には明らかなことである。

【0026】複数のエラー符号化ストリームを複数本のアンテナを用いて受信機が受信する(ステップ110)。各エラー符号化ストリーム(例、Chaseパケット又はIRサブパケット)を、採用されるスキームに応じて、複数本のアンテナの内の1本あるいは複数本の

アンテナが受領する。従って受領したエラー符号化ストリームは、複数本のアンテナシステムに関連する復号化ステップを必要とする。例えばMIMOフォーマットは、MIMO復号化ステップを実行するために、受信したエラー符号化ストリームを必要とする。

【0027】図3、4の第1と第2の実施例に関しては、p個のエラー符号化ストリームを複数本のアンテナを用いて受信機が受信する。その後、各受信されたエラー符号化ストリームは、MIMO復号化され、その後送信器の変調スキームに従って復調される。従って当業者に公知のどのような復調スキームを採用することができる。MIMO復号化され復調された受信エラー復号化ストリームは、その後更に復号化される。ここで用語「復号化」とは、チャネル復号化の結果を意味する。別法として各受信したエラー符号化ストリームは復調を行なう前に、まずチャネル復号化することもある。

【0028】その後エラー修正ステップが、p個の復号化され復調されMIMO復号化されたエラー符号化ストリームのそれぞれに対し独立に実行される(ステップ120)。図3、4に関し以下に説明するように、この独立したエラー検出ステップは、様々なアーキテクチャを用いて実行することができる。エラー検出ステップは、巡回冗長性検査を用いて実行することができる。従って、少なくとも1個の確認メッセージが、p個の復号化され復調されMIMO復号化されたエラー符号化ストリームの各々に対する巡回冗長性検査に応じて生成される(ステップ130)。

【0029】図3の第1実施例においては、各p個のMIMO復号化され復調されたエラー復号化ストリームが、その後多重化される。この多重化ステップによりエラー検出用例えば巡回冗長性検査用のデータブロックを生成する。データブロックが、この巡回冗長性検査ステップで不合格の場合には、NACKメッセージを受信機が送る。このエラー符号化ストリームが、多重化され巡回冗長性検査を合格する、すなわち巡回冗長性検査でエラーが検出されない場合には、それに応じてACKが受信機により送信される(ステップ40)。従ってその結果得られた確認メッセージは、このステップを合格したかあるいは不合格となったかの多重化されたデータブロックに関連している。

【0030】ACKがこの第1実施例に従って送信されると、合格したエラー符号化ストリームのブロックは、多重化されバッファに記憶されて元の情報ブロックを再構成して、そこから各送信されたエラー符号化ストリームが送信器内で形成される。

【0031】一方NACKが送信された場合には、不合格となったエラー符号化ストリームを採用されたプロトコルに従って処理し、受信機は受信すべき次のエラー符号化ストリームを待機する。かくして不合格となったエラー符号化ストリームの1つあるいは複数、Chase

eプロトコルを含んでいる場合には、不合格となったChaseパケットは、不合格となったエラー符号化ストリームに対応する次に受信したChaseパケットと組み合わせられて、NACKに回答して、送信器から送信される(ステップ50)。同様に不合格となったエラー符号化ストリームの1つあるいは複数がIRプロトコルを含んでいる場合には、不合格となったIRパケットは、不合格となったエラー符号化ストリームに対応する次に受信したIRパケットと組み合わせられ、NACKに回答して送信器から送信される(ステップ60)。

【0032】図3の第1実施例とは対照的に、図4の第2実施例においては各p個のMIMO符号化され復調されたエラー復号化ビットストリームは、まず最初にエラー検出が行なわれる。ここで独立したエラー検出ステップ120は、例えば巡回冗長性検査であるが、これがこれらのエラー符号化ストリームのそれぞれに対し実行される。ここで実行される個々の巡回冗長性検査の回数は、エラー符号化ストリームの数に等しいが、エラー符号化ビットストリーム対巡回冗長性検査のステップの比率に対する変更も可能である。

【0033】この独立した巡回冗長性検査の実行に回答して、確認メッセージが各エラー符号化ストリームに対し送信される(ステップ130)。1つあるいは複数のエラー符号化ストリームが、その独立した巡回冗長性チェックステップを合格すると、ACKメッセージがそのエラー符号化ストリームに対し受信機により送信される。これに対しNACKメッセージは、独立した巡回冗長性チェックステップで不合格となった各エラー符号化ストリームに対し受信機により送信される(ステップ150)。送信された各NACKメッセージに対処する不合格となったエラー符号化ストリームが、採用されるプロトコルに従って処理され、その後受信機は、受信すべき次のエラー符号化ビットストリームを待機する。不合格となったエラー符号化ストリームの1つあるいは複数が、Chaseプロトコルを含んでいる場合には、不合格となったChaseパケットは不合格となったエラー符号化ストリームに対応する次に受信したChaseパケットと組み合わせられてNACKに回答して送信器が送信する(ステップ160)。同様に不合格となったエラー符号化ストリームの1つあるいは複数が、IRプロトコルを含んでいる場合には、不合格となったIRパケットは不合格となったエラー符号化ストリームに対応する次に受信したIRパケットと組み合わせられて、NACKに回答して送信器が送信する(ステップ170)。

【0034】巡回冗長性検査を合格した各受信したp個のエラー符号化ストリームは、メモリバッファ内に記憶され、これは残りの不合格となったエラー符号化ビットストリームが巡回冗長性検査を合格するまで続けられる。その後巡回冗長性検査を合格したp個のエラー符号化ストリームを多重化する。この多重化ステップにより

ストリームのブロックが形成される。このブロックはその後バッファを用いて再構成され、元の情報を再生して、そこから各送信されたエラー符号化ストリームが送信器内で形成される。

【0035】図3を参照すると、送信器と受信機を有する通信システム200の第1実施例が示されている。同図において、送信器は、1個の情報ブロックを生成するソースを有する。各ブロックは、例えば音声、データ、ファクシミリあるいはビデオ等の情報であるデータ205とCRC210とを有する。各ブロックはディマルチプレкса215に与えられ、そこでp個のビットストリームを形成し、これはそれぞれ符号化器と変調器220<sub>1</sub>〜220<sub>p</sub>により符号化(チャンネル符号化)され変調される。各チャンネル符号化され変調されたビットストリームは、その後プロトコルを用いてマッピングされ、これによりL個のChaseパケット又はIRサブパケットを形成する。それぞれエラー符号化ストリーム225<sub>1</sub>から225<sub>p</sub>で表される。エラー符号化ストリーム225<sub>1</sub>ないし225<sub>p</sub>は、MIMO復号化器227によりMIMO符号化され、複数のアンテナの送信用アンテナ230<sub>1</sub>ないし230<sub>m</sub>を介して送信される。

【0036】受信機は、複数のアンテナ系に関連する送信用アンテナ235<sub>1</sub>ないし235<sub>n</sub>を有する。複数のアンテナ系は、送信器から送信されMIMO符号化されたエラー符号化ストリームを受信する。送信されMIMO符号化されエラー符号化ストリームは、受信した後MIMO復号化器240によりMIMO復号化され、その結果p個のストリームを有する出力が生成される。その後各p個のストリームは、更にp個の復調器と復号化器245<sub>1</sub>ないし245<sub>p</sub>の内の1つを用いて処理される。各復調器/復号化器は、p個の受信したストリームを復調し復号化(チャンネル復号化)する。その後p個の受信したストリームは、マルチプレкса250により多重化されエラー検出用のストリームブロックを構成する。マルチプレкса250に独立エラー検出デバイス260が結合され、少なくとも2個のビットストリームに対し独立したエラー検出、例えば巡回冗長性検査を実行する。独立エラー検出デバイス260により、少なくとも2個のビットストリームに対するエラー検出の実行結果に基づいて確認メッセージの送信が行なわれる。ビットストリームが独立エラー検出デバイス260を通過すると、それらは再構成用バッファ270により再構成される。再構成用バッファ270は、元の情報ブロックを再生して、そこから各送信されたエラー符号化ストリームが送信器内で形成される。

【0037】図4に送信器と受信機を有する通信システム300の第2の実施例を示す。同図において、送信器は、ある時点で情報ブロックであるデータ305を生成するソースを有する。各ブロックは通信システム300に与えられて、そこでp個のビットストリームを形成す



る。その結果この $p$ 個のビットストリームは、例えば音声、データ、ファクシミリ又はビデオ情報であるデータ315<sub>1</sub>、ないし315<sub>p</sub>とCRC320<sub>1</sub>、ないし320<sub>p</sub>を有する。その後 $p$ 個のビットストリームは、それぞれ符号化器と変調器325<sub>1</sub>、ないし325<sub>p</sub>により符号化(チャネル符号化)され復調される。その後各チャネル符号化され復調されたビットストリームは、プロトコルを用いてマッピングされ、それにより $L$ 個のCHASEパケット又はIRサブパケットを生成し、それらがエラー符号化ストリーム330<sub>1</sub>、ないし330<sub>p</sub>である。エラー符号化ストリーム330<sub>1</sub>、ないし330<sub>p</sub>はMIMO符号化器332によりMIMO符号化され、複数のアンテナ系に関連する送信用アンテナ335<sub>1</sub>、ないし335<sub>n</sub>を介して送信される。

【0038】更に受信機は複数のアンテナ系に関連する送信用アンテナ340<sub>1</sub>、ないし340<sub>n</sub>を有する。複数のアンテナ系は、送信器から送信されMIMO符号化されたエラー符号化ストリームを受信する。送信されMIMO符号化されエラー符号化ストリームは受信した後MIMO復号化器345によりMIMO復号化され、その結果 $p$ 個のストリームを有する出力が生成される。その後各 $p$ 個のストリームは、更に $p$ 個の復調器と復号化器350<sub>1</sub>、ないし350<sub>p</sub>の内の1つを用いて処理される。各復調器/復号化器は、 $p$ 個の受信したストリームを復調し復号化(チャネル復号化)する。その後各 $p$ 個の受信したストリームのそれぞれは独立エラー検査デバイス355<sub>1</sub>、ないし355<sub>p</sub>に入力されて、独立したエラー検査、例えば巡回冗長性検査を少なくとも2個のストリームに対し実行する。各独立エラー検査デバイス355<sub>1</sub>、ないし355<sub>p</sub>により、それぞれのストリームに対しエラー検査を実行した結果に応じて確認メッセージを送信する。ストリームが独立した独立エラー検査デバイス355<sub>1</sub>、ないし355<sub>p</sub>を合格した場合には、マルチプレクサ360を用いて $p$ 個のストリームから情報ブロックを構成する。その後再構成用バッファ370が元の情報ブロックを再生して、そこから各送信されたエラー符号化ストリームが送信器内で生成される。

【0039】以上の説明は、本発明の一実施例に関するもので、この技術分野の当業者であれば、本発明の種々の変形例を考えそれらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。尚、特許請求の範囲に記載した参照番号は発明の容易な理解のためで、その技術的範囲を制限するよう解釈されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例のフローチャート図

【図2】 本発明の第2実施例のフローチャート図

【図3】 本発明による通信システムの第1概略構成図

【図4】 本発明による通信システムの第2概略構成図

【符号の説明】

20 情報ブロックから必要な数のエラー符号化ストリ

ーム(CHASE PACKET又はIR SUB-PACKET)を形成する

30 形成されたエラー符号化ストリーム(CHASE PACKET又はIR SUB-PACKET)を送信する

40 ACK又はNACKを受信する

50 形成されたエラー符号化ストリームの1つがCHASE PACKETを含む場合にはCHASE機能を実行する

10 60 形成されたエラー符号化ストリームの1つがIR SUB-PACKETを含む場合にはIR機能を実行する

70 エラー符号化ストリームから別のCHASE PACKET又は別のIR SUB-PACKETを形成する

110 必要な数のエラー符号化ストリームを受信する(CHASE PACKET又はIR SUB-PACKET)

20 120 エラー符号化ストリームに対し独立したCRC検査を実行する

130 各エラー符号化ストリームに対しCRCの結果は?

150 NACKメッセージを送信器に送る

140 ACKメッセージを送信器に送る

160 形成されたエラー符号化ストリームの1つがCHASE PACKETを含む場合にはCHASE機能を実行する

30 170 形成されたエラー符号化ストリームの1つがIR SUB-PACKETを含む場合にはIR機能を実行する

180 送信器からの次のCHASE PACKET又は別のIR SUB-PACKETを待つ

215 ディマルチプレクサ

220 符号化器と変調器

227 MIMO符号化器

230 送信用アンテナ

235 受信用アンテナ

240 MIMO復号化器

245 復調器と復号化器

40 250 マルチプレクサ

260 独立エラー検査デバイス

270 再構成用バッファ

200 通信システム

205 データ

210 CRC

225 エラー符号化ストリーム

310 ディマルチプレクサ

325 符号化器と変調器

332 MIMO符号化器

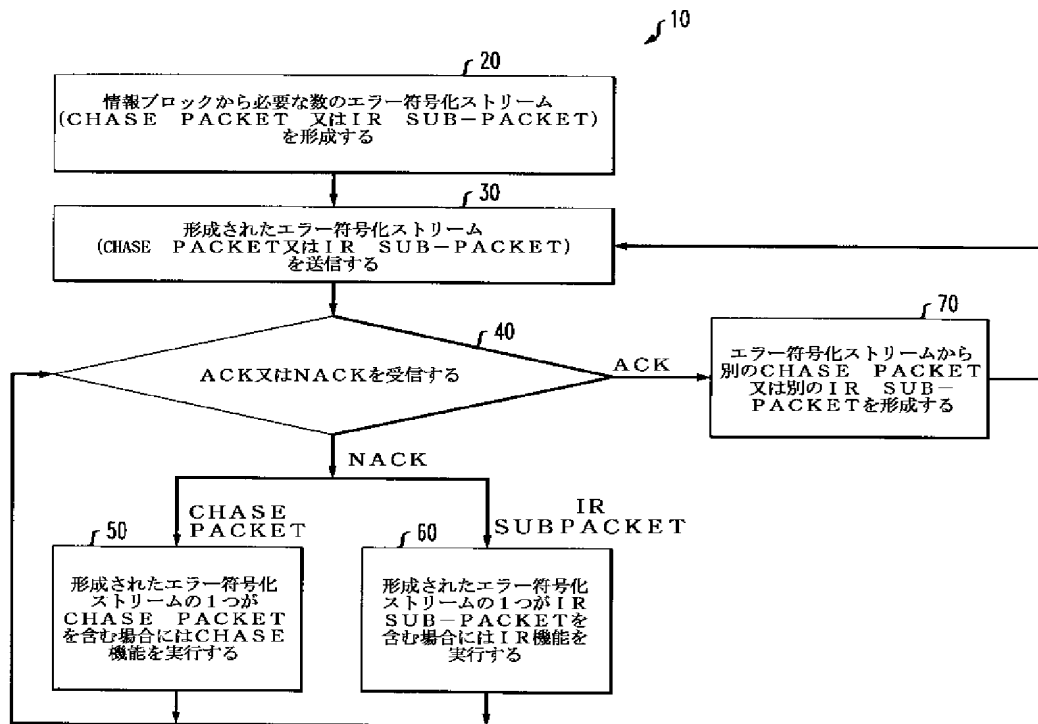
50 335 送信用アンテナ

340 受信用アンテナ  
 345 MIMO復号化器  
 350 復調器と復号化器  
 360 マルチプレクサ  
 355 独立エラー検査デバイス  
 370 再構成用バッファ

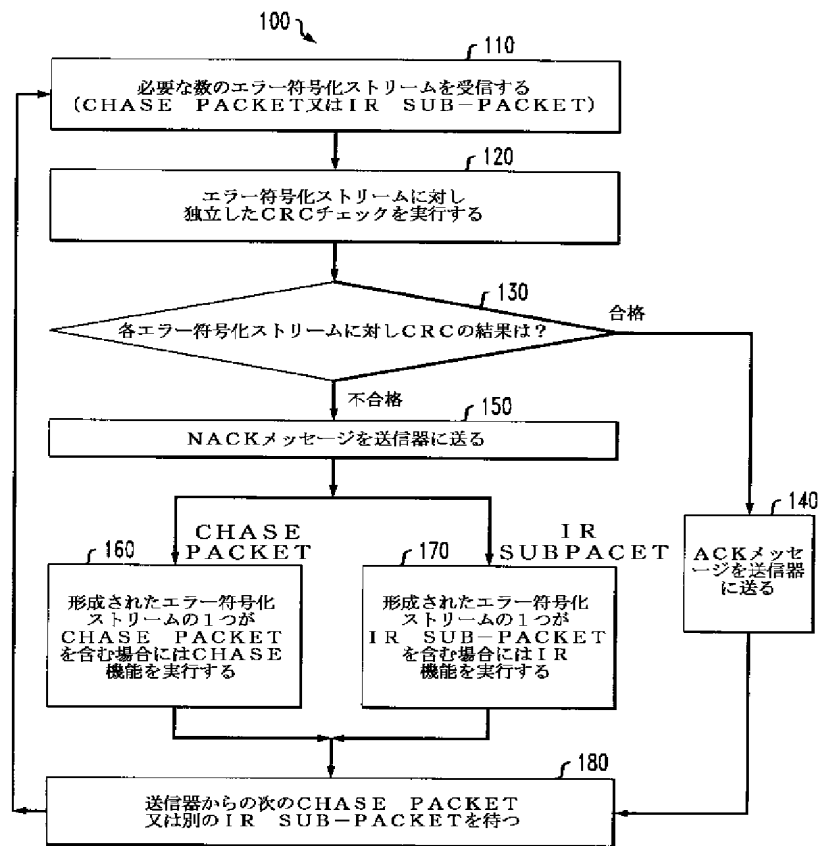
\* 300 通信システム  
 305 データ  
 330 エラー符号化ストリーム  
 315 データ  
 320 CRC

\*

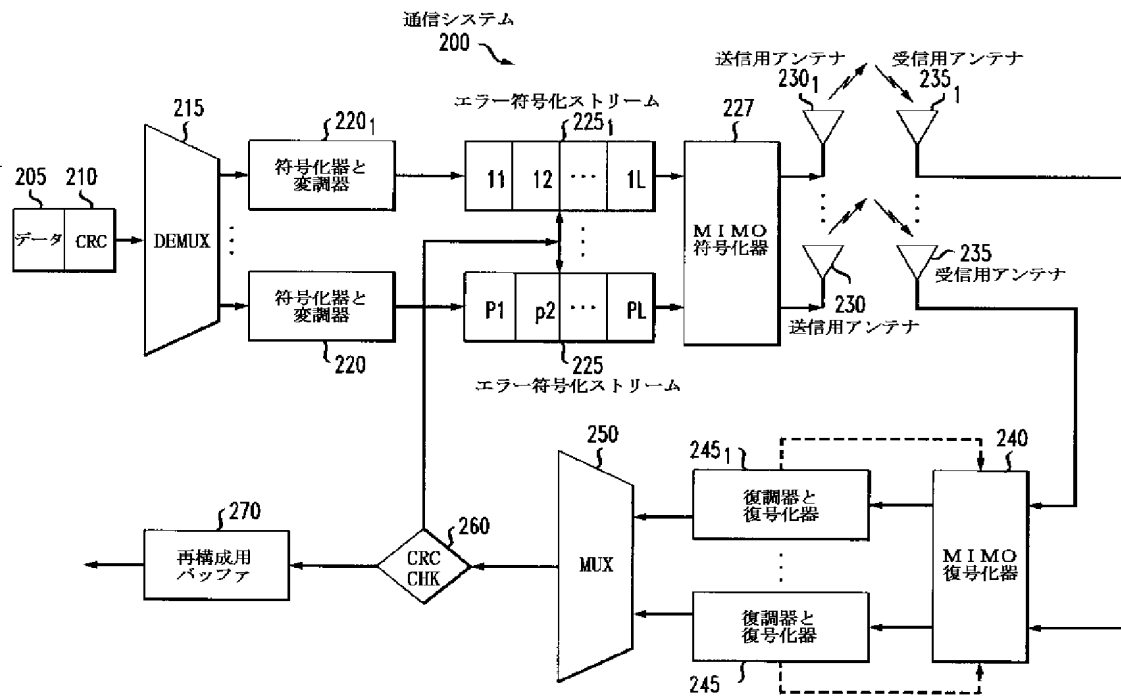
【図1】



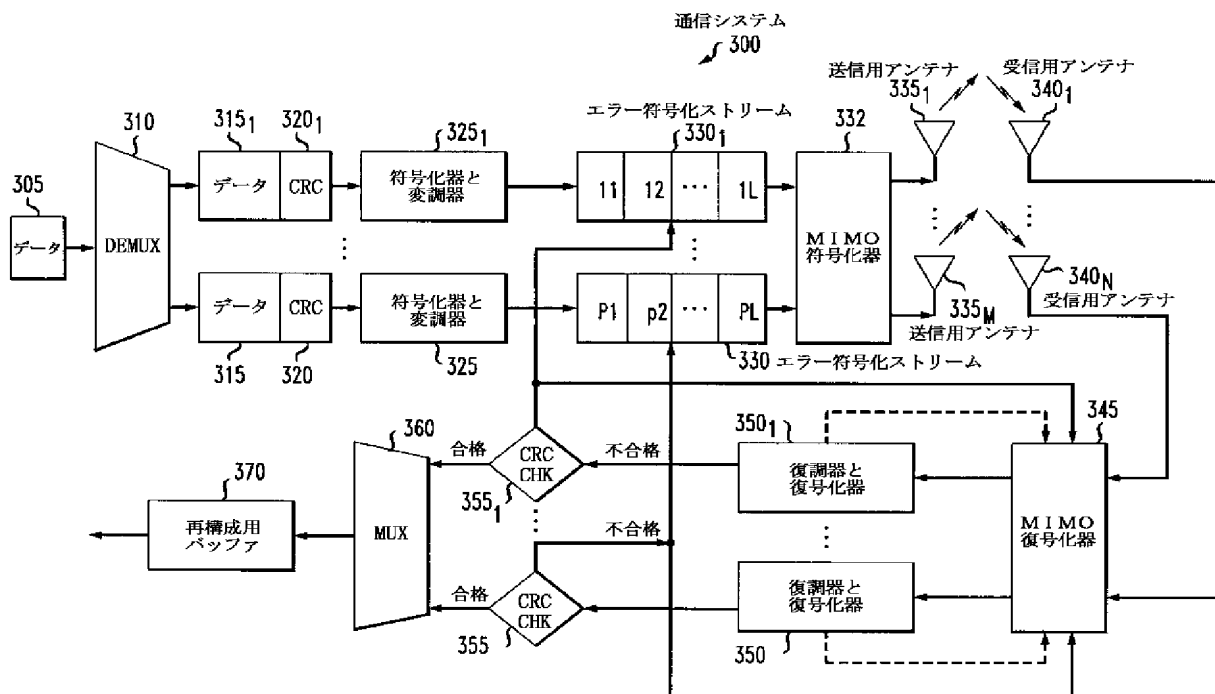
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259

600 Mountain Avenue,  
Murray Hill, New Jersey 07974-0636U. S. A.

(72)発明者 アショック エヌ ルドラバトラ  
アメリカ合衆国、07920 ニュージャージー  
州、バスキング リッジ、34 ノールク  
ロフト ロード

(72)発明者 ナレッシュ シャルマ

アメリカ合衆国、07828 ニュージャージー  
州、バッド レーク、ヴィレッジ グリ  
ーン、70 ジェー

F ターム(参考) 5K014 AA01 BA05 DA02 FA04

5K067 AA13 AA33 EE02 EE10 GG01  
HH28 KK03